©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tuexenia 26: 27–36. Göttingen 2006.

Das *Galio-Carpinetum* im Münchener Raum – Ergebnis früherer Bewirtschaftung?

– Markus Bernhardt-Römermann, Simon Östreicher, Anton Fischer, Thomas Kudernatsch und Jörg Pfadenhauer –

Zusammenfassung

In der vorliegenden Studie wird die Gehölzentwicklung eines Eichen-Hainbuchenwald-Gebietes bei München während der letzten zwei Jahrzehnte untersucht. Eine Vorhersage der künftigen Gehölzartenzusammensetzung kann aus der Entwicklung der Verjüngung abgeleitet werden. Für die Zukunft wird ein Wechsel in der Baumartenzusammensetzung prognostiziert. So wird insbesondere der Berg-Ahorn an Bedeutung gewinnen, als Nebenbaumarten werden Esche, Ulme und Hainbuche vorhanden sein. Die für das *Galio-Carpinetum* charakteristische Stiel-Eiche kann sich nicht mehr erfolgreich verjüngen. Diese Arbeit gibt für den Münchener Großraum Hinweise, dass das *Galio-Carpinetum* seine Verbreitung der Nieder- bzw. Mittelwaldwirtschaft verdankt, also nicht in erster Linie Ausdruck der abiotischen Umweltbedingungen im Sinne des PNV-Konzepts ist. Eine syntaxonomische Neubeurteilung (insbesondere zur Abgrenzung vom *Adoxo-Aceretum*) dieser Pflanzengesellschaft scheint notwendig zu sein.

Abstract: The *Galio-Carpinetum* in the vicinity of Munich (Germany) – a result of former woodland management practices?

The aim of the current study is to investigate the development of the tree species composition of the *Galio-Carpinetum* in the vicinity of Munich (Germany) during the last two decades. Future tree species composition can be predicted based on an examination of patterns in the present tree regeneration. A shift in species composition can be expected, with *Acer pseudoplatanus* becoming more important together with associated tree species such as *Fraxinus excelsior, Ulmus glabra* and *Carpinus betulus*. *Quercus robur*, a typical species for the *Galio-Carpinetum*, is not able to regenerate and will decline.

We conclude that the *Galio-Carpinetum* in the vicinity of Munich can be mainly seen as a result from former woodland management practices such as coppicing and coppice-with-standards, and not first and foremost as an outcome of the abiotic parameters. A re-evaluation of the syntaxonomy of this plant community (especially its differentiation from the *Adoxo-Aceretum*) seems to be necessary.

Keywords: *Acer pseudoplatanus*, forest structure, forest dynamics, permanent plot research, PNV, tree regeneration.

1. Einleitung

Alle Ökosysteme unterliegen heute mehr oder weniger starken Beeinflussungen durch den Menschen. Darunter fallen Eingriffe wie z. B. die Nutzungsaufgabe von Wäldern, aber auch nicht direkt sichtbare Einträge aus der Luft. Die Untersuchung der Folgen anthropogen veränderter Umweltfaktoren ist heute ein wichtiger Bestandteil der ökologischen und naturschutzfachlichen Forschung (z. B. BOBBINK et al. 1998).

Insbesondere in Wäldern sind die Auswirkungen veränderter Umweltbedingungen auf die Vegetation von großer Bedeutung, allerdings ist es oftmals nur schwer möglich die Auswirkungen der verschiedenen Faktoren zu trennen. Durch zahlreiche Studien konnten der Stickstoffeintrag und die Nutzung als die zwei im Allgemeinen entscheidenden vegetationsbeeinflussenden Faktoren erkannt werden. Da Waldökosysteme stickstofflimitiert sind (TAMM 1991), bewirkt zusätzlicher Stickstoffeintrag ein gesteigertes Wachstum der Pflanzen und somit Verschiebungen im Konkurrenzgleichgewicht zwischen den einzelnen Arten (ELLENBERG 1985). Ebenso wirkt sich eine eventuelle Änderung oder Aufgabe der Nutzung auf das Pflanzenwachstum aus. Beide Faktoren bewirken sowohl bei krautigen Arten als auch bei Bäumen ein verstärktes Wachstum (NISSINEN & HARI 1998; EMMETT 1999; SONNLEITNER et al. 2001) und führen somit zu einem verstärkten Kronenschluss (THOMAS et al.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

1999; KÖCHY & WILSON 2001). Nach einem Kronenschluss der Bestände nimmt die bis zur Bodenvegetation vordringende Strahlung, und somit ein entscheidender vegetationsbeeinflussender Faktor, ab (ELEMANS 2004).

In der Vergangenheit wurden zahlreiche Untersuchungen auf Dauer- oder auf Quasi-Dauerbeobachtungsflächen durchgeführt, um die Änderungen der Waldbodenvegetation als Folge geänderter Stickstoffversorgung, Bewirtschaftungsformen oder Strahlungsverhältnisse zu analysieren (z. B. FALKENGREN-GRERUP 1995; FISCHER 1997; HEDL 2004). Alle hier genannten Untersuchungen hatten vornehmlich zum Ziel, Änderungen in der Zusammensetzung der krautigen Pflanzen zu erkennen. Vernachlässigt wurde bislang die Gehölzentwicklung. Da Veränderungen der Gehölzverjüngung aber, wenn auch zeitverzögert, die Zusammensetzung der Baumschicht betreffen, soll der Focus dieser Studie auf die Vegetationsdynamik der Gehölze gelegt werden. Da sich zur Interpretation des Standortpotentials (Potentielle Natürliche Vegetation; PNV) wichtige Aussagen auch aus der Vegetationsdynamik der Gehölze ableiten lassen, können Veränderungen in der Gehölzverjüngung auch Hinweise auf einen Wechsel des Standortpotentials, also der PNV geben. Es könnte auch notwendig werden, bisherige Empfehlungen zur Baumartenwahl für eine naturnahe Bewirtschaftung zu überdenken.

In dieser Studie sollen folgende Fragen beantwortet werden:

- Lässt sich aus der Entwicklung der Gehölzverjüngung im Vergleich zu der bestehenden Bestandesstruktur ein Wechsel in der Zusammensetzung der Baumschicht vorhersagen?
- Kann aus diesen Veränderungen die Notwendigkeit einer Neubeurteilung des Standortpotentials abgeleitet werden?
- Bis zu welchem Grad ist die bisherige Vegetationszusammensetzung der Eichen-Hainbuchenwälder in Süddeutschland auf die Bewirtschaftung des Menschen zurückzuführen?

2. Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet Echinger Lohe liegt im Nordosten Münchens nahe der Ortschaft Eching (MTB 7635, Hainhausen, Quadrant 4). Es umfasst 24 ha Wald, welcher von intensiv genutztem Ackerland umgeben ist und sich auf einer Höhe von 460 bis 470 m über NN im Norden der Münchener Schotterebene erstreckt. Die im Zuge des Abschmelzens der Gletscher nach den Eiszeiten abgelagerten Schotterpakete haben hier eine Mächtigkeit von wenigen Metern. Im Bereich des Untersuchungsgebietes wurden die Wälder von SEIBERT (1962) als Eichen-Hainbuchenwald (*Galio sylvatici-Carpinetum* Oberdorfer 1957; *Galio-Carpinetum chrysanthemetosum* Seibert 1962) benannt.

Das Klima ist humid bei ca. 800 mm Jahresniederschlag und einer mittleren Jahrestemperatur von etwa 9 °C.

Auf den Schottern hat sich in der Echinger Lohe eine flachgründige Pararendzina aus karbonathaltigem Ausgangsmaterial entwickelt (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1987). Die trotz ausreichenden Niederschlags nur geringe Bodenentwicklung lässt sich als anthropogen erklären: Laut KOLLMANNSBERGER (1989) wurde die Echinger Lohe bis ins 19. Jahrhundert als Waldweide genutzt, die Bewirtschaftung erfolgte als Mittelwald. Noch während der Weltkriege kam es zu Streunutzungen und somit zu einem Nährstoffaustrag und einer Verarmung der Böden. Erst nach der Ausweisung als Naturschutzgebiet im Jahre 1942 (seit 1984 auch Naturwaldreservat) ist der direkte anthropogene Einfluss geringer geworden. Allerdings gibt es seit der großflächigen Verwendung von Kunstdüngern seit den 1960er Jahren einen neuen indirekten Einfluss: Den Nährstoffeintrag aus der umgebenden Landwirtschaft.

3. Material und Methoden

In der Echinger Lohe wurden im Jahr 1986 Dauerbeobachtungsflächen eingerichtet (PFADENHAUER & BUCHWALD 1987, Abbildung 1). Im Bereich dieser Flächen wurde die Gehölzverjüngung und u. a. auch die Grundfläche der adulten Bäume aufgenommen. Diese Erhebungen wurden im Jahr 1993 (KNÜSEL 1995) und 2003 von uns wiederholt, so dass sich die Entwicklung der Gehölze während der letzten zwei Jahrzehnte nachvollziehen lässt.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

3.1. Gehölzverjüngung

Im Jahr 2003 wurde auf sieben 10 m x 10 m großen Untersuchungsquadraten die Gehölzverjüngung aufgenommen. Hierzu wurden alle auf den Untersuchungsflächen vorkommenden Individuen entsprechend dem von PFADENHAUER & BUCHWALD (1987) verwendeten Schema in fünf Größenklassen eingeteilt (I: 0–30 cm Höhe; II: 30–90 cm Höhe; III: 90–150 cm Höhe; IV: 150–300 cm Höhe; V: 300 cm Höhe bis 4 cm BHD; BHD = Brusthöhendurchmesser; entspricht dem Stammdurchmesser in 1,30 m Höhe) und ihre Anzahl bestimmt.

Da in den Jahren 1986 und 1993 lediglich die Hauptbaumarten *Acer campestre, A. pseudoplatanus, Carpinus betulus, Fraxinus excelsior, Quercus robur* und *Ulmus glabra* aufgenommen wurden, beschränkt sich die weitere Betrachtung ebenfalls auf diese Arten. Für alle Baumarten werden, aufgeteilt nach den Größenklassen, die Individuenzahlen pro Hektar berechnet (vom Mittelwert der sieben Stichproben ausgehend).

3.2. Grundfläche und Höhen der adulten Bäume

Zusätzlich zur Erfassung der Verjüngung wurde im Bereich der Untersuchungsflächen die Grundfläche und Höhe der adulten Bäume im November 2003 erfasst. Die Grundfläche ist die Summe der Stammquerschnitte aller Bäume eines Hektars in 1,30 m Höhe. Die Höhenmessungen erfolgten mit dem Messgerät Vertex der Firma Haglöf für die Baumarten *Acer pseudoplatanus, Carpinus betulus, Fraxinus excelsior* und *Quercus robur.*

Die Grundflächenbestimmung wurde im Stichprobenverfahren mittels Winkelzählproben (WZP) mit einem Spiegelrelaskop durchgeführt (BITTERLICH 1948). Im Bereich der Untersuchungsflächen wurde die Grundflächenbestimmung 25-mal wiederholt und hieraus der Mittelwert gebildet. Als Zählfaktor wurden die für mitteleuropäische Wälder üblichen 4 m^2 (entspricht zwei Relaskopeinheiten) gewählt. Bei allen erfassten Bäumen wurde zusätzlich der BHD gemessen, um Einzelbaumgrundflächen berechnen zu können. Der Quotient aus Zählfaktor und der Grundfläche der Baumart entspricht der Stammzahl pro Hektar.

Grundflächenbestimmungen nach der hier beschriebenen Methode fanden nur im Jahr 2003 statt. Für das Jahr 1993 sind weder Grundflächen noch Baumhöhen-Daten vorhanden; in 1986 wurden im Bereich der Untersuchungsflächen BHD-Messungen an allen Bäumen mit einem Brusthöhendurchmesser größer 4 cm durchgeführt. Aus diesen Daten lassen sich die Grundflächen und die Individuenzahl pro Hektar berechnen und zum Vergleich mit den aktuellen Aufnahmen heranziehen.

3.3. Nomenklatur

Die Nomenklatur der Höheren Pflanzen folgt WISSKIRCHEN & HAEUPLER (1998).

4. Ergebnisse

4.1. Gehölzverjüngung

Tabelle 1 zeigt die mittleren Individuenzahlen der Verjüngung pro Hektar. Von 1986 über 1993 zu 2003 lässt sich in den Alterstufen II bis V eine stetige Zunahme der Individuenzahlen erkennen. In der Klasse I nimmt die Individuenanzahl von 1986 nach 1993 zunächst stark zu und danach zum Jahr 2003 hin ab. Da die Klasse I die individuenstärkste ist, spiegelt sich diese Entwicklung auch in der Gesamtindividuenzahl wider. Abbildung 1 zeigt nochmals die Entwicklung der Individuenzahlen innerhalb der Höhenstufen III bis V im Vergleich der Erfassungsjahre 1986, 1993 und 2003. Es ist ein deutlicher Anstieg der Individuenzahlen festzustellen; dieser fällt in der Klasse V am stärksten aus.

Die Baumartenzusammensetzung ist in den drei Aufnahmejahren vergleichbar (Tabelle 2). Unterschiede gibt es aber zwischen den Höhenstufen I und II–V. In der Höhenstufe bis 30 cm sind vor allem Keimlinge und 1–2 Jahre alte Pflanzen vorhanden. Diese besteht zu zwei Dritteln aus *Acer pseudoplatanus*. Das restliche Drittel wird von, in abnehmender Folge, den Baumarten *Ulmus glabra, Carpinus betulus, Acer campestre* und *Fraxinus excelsior* gestellt. *Quercus robur* kommt nur vereinzelt vor. Bei den größeren Pflanzen (II–V) verstärkt sich die Dominanz des Berg-Ahorns noch deutlich (in Klasse V mit 94 % Anteil an der Gesamtzahl). Von den anderen Arten kommen nur vereinzelt Individuen vor, am häufigsten noch Esche, Bergulme und Hainbuche (Tabelle 2).

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tabelle 1: Individuenanzahlen der Verjüngung (bis BHD 4 cm) der Hauptbaumarten pro Hektar, aufgeteilt nach den fünf Größenklassen (s. Text).

Table 1: Number of individuals (up to 4 cm diam. at breast height) of the most important tree-species per hectare divided into five height classes.

Höhenstufen	1986	1993	2003
I (0 cm – 30 cm)	20.272	59.713	41.214
II (30 cm – 90 cm)	4.785	11.071	14.386
III (90 cm – 150 cm)	1.772	2.129	2.414
IV (150 cm – 300 cm)	542	1.914	3.214
V (300 cm – BHD 4 cm)	100	258	2.157
Gesamt	27.471	75.085	63.385

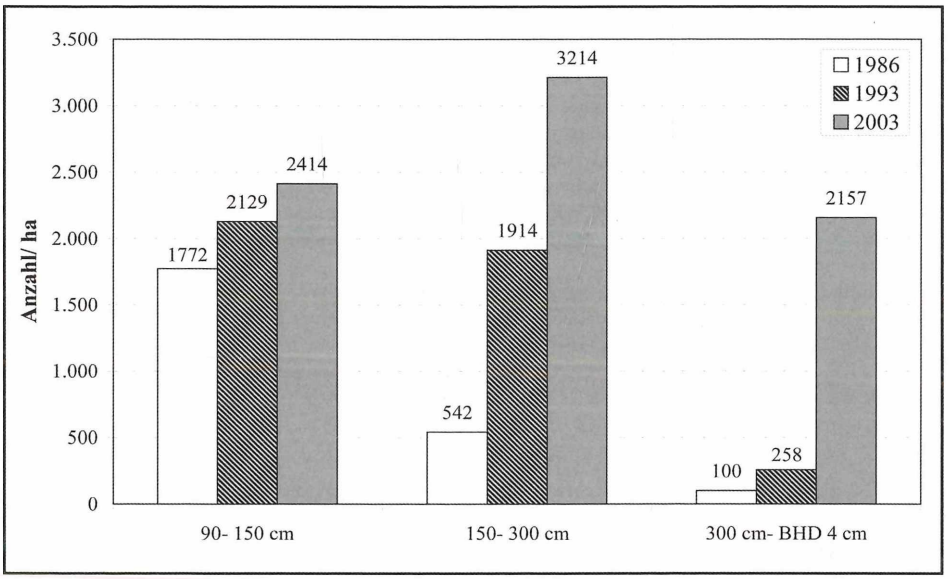

Abbildung 1: Entwicklung der gesicherten Gehölzverjüngung der Echinger Lohe von 1986 bis 2003. Angegeben ist die Anzahl der Individuen pro Hektar, aufgeteilt in die drei Größenklassen III, IV und V (Datengrundlage s. Tabelle 1).

Figure 1: Development of tree regeneration of the study area from 1986 to 2003. Number of individuals per hectare in the different height classes is shown (for data, see Table 1).

4.2. Höhen und Grundfläche der adulten Bäume

Die mittleren und maximalen Höhen sowie die Brusthöhendurchmesser der adulten Bäume sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Die mittleren Höhen in der ersten Baumschicht liegen für Esche bei 29 m, für Berg-Ahorn und Eiche um die 25 m. Hainbuchen sind mit durchschnittlich 21 m deutlich kleiner. Der Brusthöhendurchmesser ist bei *Quercus robur* mit ca. 60 cm am größten, *Fraxinus excelsior* folgt mit ca. 50 cm. Deutlich geringere BHD haben *Carpinus betulus* und *Acer pseudoplatanus* (ca. 37–39 cm). Auffällig ist, dass insbesondere bei *Quercus robur* Bäume mit einem geringen BHD fehlen. Bei *Fraxinus excelsior* und *Acer pseudoplatanus* sind die BHD gleichmäßig verteilt, *Carpinus betulus* hat einen Schwerpunkt bei geringeren Durchmessern, wobei die stärkeren Stämme meist hohl sind.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tabelle 2: Prozentualer Anteil ausgewählter Baumarten der Echinger Lohe an der Gesamtverjüngung im Vergleich der Jahre 1986, 1993 und 2003. Die Abgrenzung der Größenklassen (I–V) ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Table 2: Percentage of different tree species represented in the total regeneration in the study area: comparison of the years 1986, 1993 and 2003. The definition of height classes (I–V) follows Table 1.

		Acer pseudoplatanus	*Carpinus betulus*	*Fraxinus excelsior*	*Ulmus glabra*	*Acer campestre*	*Quercus robur*
1986	I	68,7	7,8	4,2	5,0	11,4	2,9
	II	91,3	0,3	6,0	0,6	1,5	0,3
	III	86,3		13,7			
	IV	76,4		21,0	2,6		
	V	100,0					
1993	I	71,0	8,6	3,1	10,3	6,3	0,6
	II	86,9	4,7	4,3	1,9	1,4	0,8
	III	89,2	0,7	8,7			1,4
	IV	91,8		7,5		0,7	
	V	81,2		6,1	12,7		
2003	I	72,9	7,8	5,1	7,7	5,7	0,9
	II	84,7	4,6	5,9	3,0	1,3	0,6
	III	91,7	4,2	1,8	1,2	0,6	0,6
	IV	95,1	0,9	3,1	0,9		
	V	91,4	0,6	7,9			

Tabelle 3: Mittel-, Maximal-, Minimalwerte und Standardabweichungen der Höhe (in m) und des Brusthöhendurchmessers (BHD in cm) der Hauptbaumarten der Echinger Lohe im Jahr 2003.

Table 3: Average, maximum and minimum values with standard deviations for tree height (in m) and diameter at breast height for the main tree species of the study area in the year 2003.)

	Fraxinus excelsior		*Quercus robur*		*Carpinus betulus*		*Acer pseudoplatanus*	
	Höhe	BHD	Höhe	BHD	Höhe	BHD	Höhe	BHD
Mittelwert	28,7	49,3	25,8	59,8	21,1	37,3	25,1	39,0
Maximum	34,4	77,0	29,2	81,0	25,8	42,0	32,0	48,0
Minimum	23,6	27,0	20,7	48,0	14,3	26,0	19,1	29,0
Standardabweichung	3,2	12,3	2,8	12,3	3,4	5,8	5,3	7,8

Die Erhebung der Grundfläche (Tabelle 4) ergab 2003 eine Abnahme von ca. 10 % im Vergleich zu 1986. Die Verteilung auf die Baumarten blieb in etwa gleich. Mit Abstand am grundflächenstärksten ist die Esche mit über 60 % Anteil an der Grundfläche. Darauf folgen Hainbuche und Berg-Ahorn, und mit etwas geringeren Anteil die Stiel-Eiche. Die Anteile der baumartenspezifischen Grundfläche an der Gesamtgrundfläche nehmen nur bei *Ulmus glabra* deutlich ab, bei allen anderen Baumarten bleiben diese nahezu konstant.

Die Gesamtstammzahl nahm von 1986 nach 2003 leicht zu. Die Stiel-Eichen weisen die größten Grundflächen pro Individuum auf; ihre Population besteht fast ausschließlich aus alten, sehr dicken Exemplaren. Im Vergleich zu 1986 ist bei allen unersuchten Baumarten

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

Tabelle 4: Grundfläche (in m²) und Anzahl der bestandesbildenden Baumarten pro Hektar im Vergleich von 1986 und 2003. In Klammern ist jeweils der prozentuale Anteil an der Gesamtgrundfläche bzw. der Gesamtanzahl pro Hektar angegeben.

Table 4: Changes in basal area (in m²) and number of individuals per hectare of the main tree species from 1986 to 2003. Values in parentheses refer to the proportion of basal area in percent and/or the total number per hectare.

	Grundfläche				Anzahl/ha			
	1986		2003		1986		2003	
Fraxinus excelsior	22,7	(63)	21,1	(64)	306	(60)	321	(62)
Carpinus betulus	4,2	(12)	4,2	(13)	75	(15)	65	(13)
Acer pseudoplatanus	3,5	(10)	4,0	(12)	80	(16)	45	(9)
Quercus robur	3,2	(9)	2,9	(9)	19	(4)	15	(3)
Ulmus glabra	2,1	(6)	0,6	(2)	24	(5)	66	(13)
Gesamt	35,9		32,8		504		512	

eine Abnahme der Anzahl pro Hektar zu finden, lediglich Esche und Ulme zeigen bei der Stammzahl eine Zunahme, die allerdings bei *Fraxinus excelsior* nur gering ausfällt, bei *Ulmus glabra* allerdings sehr deutlich ist.

5. Diskussion

5.1. Entwicklung der Baumschicht

Aufgrund der Langlebigkeit von Bäumen sind Veränderungen in der Artenzusammensetzung der Baumschicht nur in langen Zeiträumen erfassbar. Eine Veränderung in der Baumartenzusammensetzung äußert sich zunächst in einem Wechsel der Zusammensetzung der Gehölzverjüngung; dieses wirkt sich erst nach dem Absterben der alten Baumschicht aus.

In der Echinger Lohe konnten zwar zwischen den Untersuchungsjahren 1986, 1993 und 2003 keine qualitativen Unterschiede in der floristischen Zusammensetzung der Gehölzverjüngung gefunden werden, allerdings entspricht die in die Baumschicht einwachsende Verjüngung auch nicht der aktuell ausgeprägten Zusammensetzung der Baumschicht. Für die Zukunft ist somit ein Wechsel in der Baumartenzusammensetzung zu erwarten.

Die zu beobachtende Abnahme der Grundfläche der Bestockung um ca. 10 % zeigt, dass der Zuwachs der stehenden Bäume und die nachwachsenden Jungbäume den Grundflächenverlust durch Windwurf oder Absterben der Altbäume nicht ausgleichen können. Dieses liegt in der ehemaligen Mittelwaldnutzung des Untersuchungsgebietes begründet. Insbesondere Eschen und Hainbuchen haben sich in der Vergangenheit durch Stockausschläge regeneriert (bis heute aufgrund der häufigen Zwiesel erkennbar, s. auch PFADENHAUER & BUCHWALD 1987), was zu einem im Vergleich zum Stamm weitaus höheren Alter der Wurzelsysteme führt. Diese sind aufgrund ihres hohen Alters anfällig für Phytopatogene; es kommt neben einer Schwächung der Bäume zu einer Herabsetzung der Standfestigkeit. Windwürfe treten fortlaufend z. B. bei heftigen Böen während Gewittern auf.

Betrachtet man die Entwicklung der Grundflächen der Einzelarten, so ist bei *Fraxinus excelsior* und *Quercus robur* eine Abnahme von 1986 nach 2003 festzustellen; bei *Carpinus betulus* bleibt diese unverändert. Diese drei Baumarten wurden durch die Mittelwaldwirtschaft gefördert. *Fraxinus excelsior* diente als Holzbaum und regenerierte sich oftmals aus Stockausschlägen (KÖLLING & WALENTOWSKI 2002), *Quercus robur* wurde als Holzbaum und zur Eichelmast gepflanzt bzw. gezielt gefördert (ELLENBERG 1996), *Carpinus betulus* verträgt Schnitt aufgrund seiner guten Regenerationsfähigkeit sehr gut (POTT 1981; TÜRK 1996). Es entwickelte sich das für einen mittelwaldwirtschaftlich genutzten Bestand charak-

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

teristische Bild aus Überständern (hier aus Eiche und Esche bestehend) und Hainbuche als Hauptbaumart der 2. Baumschicht. Diese Struktur lässt sich auch heute noch erkennen.

Von dem Wegfall der Nutzung des Menschen scheint vor allem *Acer pseudoplatanus* zu profitieren. Nur bei dieser Baumart stieg die Grundfläche in den letzten 20 Jahren an. Ähnliche Beobachtungen sind aus anderen Wäldern Bayerns bekannt (FISCHER & WOTSCHIKOWSKY 2004).

Einen Sonderfall bildet *Ulmus glabra*: Die Grundfläche dieser Art ist in der oberen Baumschicht sehr stark zurückgegangen. Diese Entwicklung ist auf das Ulmensterben (Pilz: *Ophiostoma ulmi/ O. novo-ulmi*) zurückzuführen (RÖHRING 1996), das in der Echinger Lohe zwischen 1986 und 1993 auftrat. Da diese Pilze durch den Ulmensplintkäfer (*Scolytus* spec.) übertragen werden und dieser insbesondere ausgewachsene Bäume befällt (PETERKEN & MOUNTFORD 1998), blieben die jüngeren Individuen der Strauchschicht verschont und wuchsen in jüngerer Zeit wieder in die Baumschicht ein.

5.2. Entwicklung der Verjüngung

Eine besondere Bedeutung für die Veränderung der Baumartenzusammensetzung hat die Verjüngung. So ist von 1986 bis 1993 eine deutliche Zunahme der Gesamtzahl der Gehölzindividuen in der Krautschicht zu erkennen; von 1993 nach 2003 verändert sich diese nur geringfügig. Zwar ließe sich eine Zunahme des Jungwuchses durch die Abnahme des Verbissdrucks durch Wild erklären, allerdings hat sich der Rehwildbestand in den letzten Jahrzehnten im Bereich des Untersuchungsgebietes nicht verändert (Forstamt Freising, persönliche Mitteilung Herr Egginger). Hierfür spielt die von anderen Waldgebieten isolierte Lage der Echinger Lohe eine Rolle. Im Sommer bietet die umgebende Landwirtschaft ideale Bedingungen für Rehwild, nach dem Abernten der Felder zieht es sich aber in den Wald zurück und es kommt insbesondere im Winter und Frühjahr zu einem intensiven Verbiss (es wurden bei Geländebegehungen im zeitigen Frühjahr regelmäßig Gruppen von Rehen gesehen; s. auch FISCHER & WOTSCHIKOWSKY 2004).

Die Verteilung der Verjüngung auf die fünf Größenklassen zeigt eine deutliche Abnahme der Pflanzenzahlen mit zunehmender Höhe. Ein Großteil der Pflanzen stirbt aufgrund von Konkurrenz, Krankheiten oder tierischen Schädlingen ab. Allerdings haben Jungbäume ab einer bestimmten Größe eine gute Überlebenschance. Dieser kritischen Höhe entspricht der Übergang von der dritten in die vierte Größenklasse. Hier liegt die Grenze zur „gesicherten Verjüngung", deren Leittrieb eine Höhe erreicht hat, in der er nicht mehr vom Wild verbissen werden kann. Da in der Echinger Lohe der Verbissdruck vom Reh ausgeht und im Winter nur geringe Schneehöhen erreicht werden, können die Bäume größer 1,5 m (Klasse IV) als „gesichert" gelten.

Gerade in den Klassen der gesicherten Verjüngung konnte bis 2003 ein besonders hoher Anstieg der Pflanzenzahlen festgestellt werden (vgl. Abbildung 1). Die Chancen der Jungpflanzen, in die Baumschicht einzuwachsen, sind seit 1986 also deutlich gestiegen. Allerdings entspricht die in den Größenklassen IV und V vorherrschende Baumartenzusammensetzung nicht der Baumartenverteilung in der Baumschicht (die Abbildung 2 bietet eine vergleichende Zusammenstellung der bereits in den Tabellen 2 und 4 dargestellten Ergebnisse). Zwar sind bis zu einer Höhe von 1,5 m alle Arten der Baumschicht vertreten (wenn auch teilweise mit nur geringen Anzahlen), aber in die gesicherte Verjüngung wachsen lediglich *Ulmus glabra, Carpinus betulus, Fraxinus excelsior* und mit über 90 % dominierend *Acer pseudoplatanus* ein. Aus diesen vier Arten wird sich die zukünftige Baumschicht zusammensetzten. Diese dürfte von Berg-Ahorn dominiert werden, als Nebenbaumarten werden Esche, Ulme und Hainbuche vertreten sein. Die Hainbuche wird aufgrund ihrer geringeren Wuchshöhen nur bis in die zweite Baumschicht einwachsen. *Quercus robur* scheint ohne eine Förderung durch den Menschen nicht in der Lage zu sein, sich erfolgreich zu verjüngen, und wird nach dem Absterben der Altbäume verschwinden.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

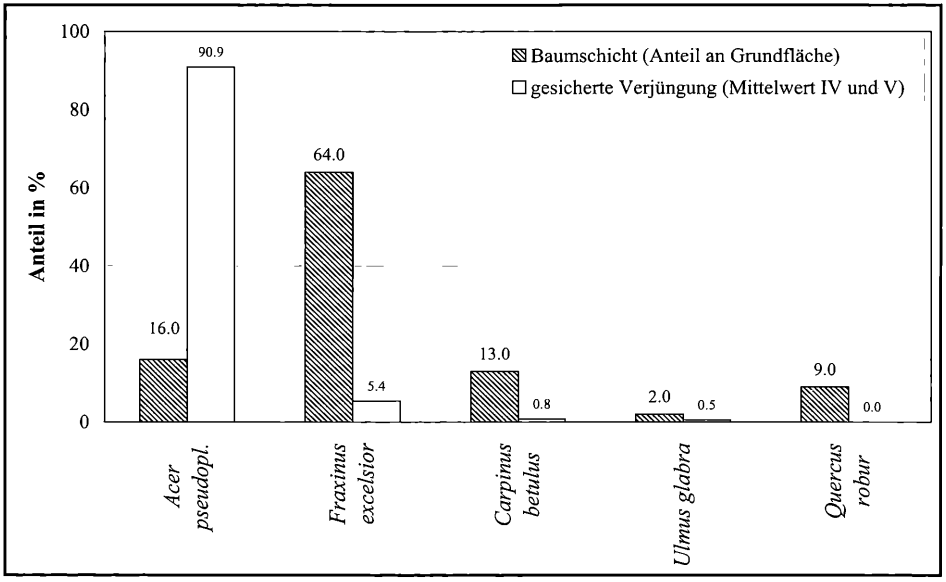

Abbildung 2: Vergleich der Zusammensetzung der in die Baumschicht einwachsenden Gehölzverjüngung (Mittelwert der Größenklassen IV und V) und der aktuellen Zusammensetzung der Baumschicht (prozentualer Anteil an der Grundfläche). Die Darstellung basiert auf den Daten der Tabellen 2 und 4.

Figure 2: Occurrence of selected adult tree species (percentage of basal area) in comparison to percentage occurrence of rejuvenation in the height classes IV and V (mean of these classes). Based on data from Tables 2 and 4.

Erklärungsbedarf gibt es für die starke Dominanz des Berg-Ahorns in allen Größenklassen der Verjüngung. Dieser wird weniger verbissen als die übrigen Baumarten (KLÖTZLI 1965), aber auch in einer Umzäunung in der Nähe der Untersuchungsflächen wird die Verjüngung stark vom Berg-Ahorn dominiert. Als Ursache dieser Entwicklung wird die gesteigerte Stickstoffverfügbarkeit während der letzten Jahrzehnte angenommen. So kam es, bedingt durch den Einsatz von Kunstdünger seit den 1960er Jahren, zu einer starken Zunahme des Eintrags von Stickstoffverbindungen in Wälder in der Nachbarschaft zu landwirtschaftlich genutzten Flächen (REHFUESS 1990; SPANGENBERG & KÖLLING 2004). Wie bereits oben beschrieben, ist die Folge ein dichterer Kronenschluss der Bäume und damit einhergehend eine Verdunkelung der Bestände (THOMAS et al. 1999; KÖCHY & WILSON 2001). Dieses ist auch für die Echinger Lohe erkennbar: während der letzten 2 Jahrzehnte sind die mittleren Ellenberg-Lichtzeigerwerten gesunken (BERNHARDT, 2005). Der Jungwuchs in der aktuellen Vegetation muss sich unter den Bedingungen einer verringerten Einstrahlung und einer erhöhten Stickstoffverfügbarkeit durchsetzen. Einen Hinweis auf den Grund für die Überlegenheit der Verjüngung des Berg-Ahorns gegenüber den anderen Baumarten geben dessen große Blätter: Bedingt durch Stickstoffeinträge kam es in der Echinger Lohe zur Ausbildung einer dichten Krautschicht, in der sich in erster Linie großblättrige und hochwüchsige Arten durchsetzen können (BERNHARDT 2005). Da der Jungwuchs des Berg-Ahorns – im Gegensatz zu Esche, Eiche oder Hainbuche – großflächige Blätter besitzt, kann sich dieser gut gegen die konkurrenzstarken Arten der Krautschicht durchsetzen.

Ausblick

Es kann für die Zukunft ein Wechsel in der Baumartenzusammensetzung in der Echinger Lohe prognostiziert werden. So wird insbesondere der Berg-Ahorn an Bedeutung gewinnen, als Nebenbaumarten werden Esche, Ulme und Hainbuche vorhanden sein. Die für das *Galio-Carpinetum* charakteristische Stiel-Eiche kann sich nicht mehr erfolgreich verjüngen.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

In der neuen Karte der Potentiellen Natürlichen Vegetation Bayerns (KÖLLING & WALENTOWSKI 2001) sind für den Bereich des Untersuchungsgebietes Eichen-Hainbuchenwälder bis Edellaubholzwälder angegeben. WALENTOWSKI et al. (2004) beurteilen die Echinger Lohe zwar noch als *Galio-Carpinetum*, allerdings als zum *Adoxo moschatellinae-Aceretum* überleitend. Die von diesen Autoren hervorgehobene Bedeutung der Edellaubholzbäume scheint gerechtfertigt, insbesondere die Bedeutung des Berg-Ahorns aber noch unterschätzt zu sein.

Diese Arbeit unterstreicht für den Bereich südlich des Tertiärhügellandes, dass das *Galio-Carpinetum* seine Verbreitung im Wesentlichen der Mittelwaldwirtschaft verdankt, also nicht in erster Linie Ausdruck der abiotischen Umweltbedingungen im Sinne des PNV-Konzepts ist. Eine vegetationskundliche Bearbeitung des Übergangbereichs vom *Carpinion* zum *Tilio-Aceretum*, insbesondere zum *Adoxo-Aceretum* scheint notwendig. Da bei dieser Studie allerdings die Betrachtung der krautigen Vegetation fehlt, bedarf es weiterer, die gesamte Vegetation einbeziehender Untersuchungen.

Danksagung

Wir danken dem Forstamt Freising und der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) für die Erlaubnis, die Untersuchungen im Bayerischen Staatswald vorzunehmen zu können, Herrn Thomas Wiedenmann für die Mithilfe bei der Geländearbeit, Frau Christine Römermann für die Durchsicht des Manuskripts, Herrn Prof. Dr. H. Dierschke und einem unbekannten Gutachter für hilfreiche Anmerkungen zu dem Manuskript, sowie dem Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz für die Finanzierung des Projektes.

Literatur

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (1987): Standortkundliche Bodenkarte von Bayern 1:50.000, Blatt L 7734.

BERNHARDT, M. (2005): Reaktionen der Waldbodenvegetation auf erhöhte Stickstoffeinträge. Analyse und Vorhersage von Vegetationsveränderungen anhand von funktionellen Merkmalen. – Dissert. Bot. 397: 1–123.

BITTERLICH, W. (1948): Die Winkelzählprobe. – Allgem. Forst- und Jagdzeitung 49: 4–5.

BOBBINK, R., HORNUNG, M. & ROELOFS, J. G. M. (1998): The effects of air-borne nitrogen pollutants on species diversity in natural and semi-natural European vegetation. – Journ. Ecology 86: 717–738.

ELEMANS, M. (2004): Light, nutrients and the growth of herbaceous forest species. – Acta Oecologica 26: 197–202.

ELLENBERG, H. (1985): Veränderungen der Flora Mitteleuropas unter dem Einfluss von Düngung und Immissionen. – Schweizer. Zschr. Forstwesen 136: 19–39.

– (1996): Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen in ökologischer, dynamischer und historischer Sicht. 5. Auflage. – E. Ulmer, Stuttgart: 1095 S.

EMMETT, B. A. (1999): The impact of nitrogen on forest soils and feedbacks on tree growth. – Water Air and Soil Pollution 116: 65–74.

FALKENGREN-GRERUP, U. (1995): Long-term changes in Flora and vegetation in deciduous forests of southern sweden. – Ecol. Bulletins 44: 215–226.

FISCHER, A. (1997): Vegetation dynamics in European Beech Forests. – Annali Bot. 55: 59–76.

FISCHER, A. (1999): Floristical changes in central European forest ecosystems during the past decades as an expression of changing site conditions. – In: KARJALAINEN, T., SPIECKER, H. & LAROUSSINIE, O. (Edit.): Causes and consequences of accelerating tree growth in Europe. EFI Proceedings: 53–64.

– & WOTSCHIKOWSKY, U. (2004): Wald und Schalenwild in den Isarauen – Waldökologisch-wildbiologisches Gutachten für das Rotwildgebiet Isarauen. – Forstl. Forschungsb. 197: 1–109.

HEDL, R. (2004): Vegetation of beech forests in the Rychlebske Mountains, Czech Republic, re-inspected after 60 years with assessment of environmental changes. – Plant Ecology 170: 243–265.

KLÖTZLI, F. (1965): Qualität und Quantität der Rehäsung in Wald- und Grünland-Gesellschaften des nördlichen Schweizer Mittellandes. – Veröff. Geobot. Inst. ETH, Stiftung Rübel 38: 1–186.

KNÜSEL, F. (1995): Passives Umweltmonitoring auf geobotanischen Dauerbeobachtungsflächen. Unveröff. Diplomarbeit TU München, Lehrstuhl für Vegetationsökologie, Weihenstephan.

KÖCHY, M. & WILSON, S. D. (2001): Nitrogen deposition and forest expansion in the northern Great Plains. – Journ. Ecology 89: 807–817.

©Floristisch-soziologische Arbeitsgemeinschft; www.tuexenia.de; download unter www.zobodat.at

KÖLLING, C. & WALENTOWSKI, H. (2001): Die Legende zur Karte – Erläuterungen und Hinweise. – LWF aktuell 31: 9–13.

– & – (2002): Die Rolle der Esche (*Fraxinus excelsior*) in einheimischen Waldgesellschaften. – Ber. Bayer. Landesanstalt Wald und Forstwirtschaft 34: 6–20.

KOLLMANNSBERGER, F. (1989): Die Echinger Lohe. – In: GEMEINDE ECHING (Edit.): Garchinger Heide und Echinger Lohe. Eching.

NISSINEN, A. & HARI, P. (1998): Effects of nitrogen deposition on tree growth and soil nutrients in boreal Scots pine stands. – Environmental Pollution 102: 61–68.

PETERKEN, G. F. & MOUNTFORD, E. P. (1998): Long-term change in an unmanaged population of wych elm subjected to Dutch elm disease. – Journ. Ecology 86: 205–218.

PFADENHAUER, J. & BUCHWALD, R. (1987): Analyse und Aufnahme einer geobotanischen Dauerbeobachtungsfläche im Naturschutzgebiet Echinger Lohe, Lkrs. Freising. – Ber. Akad. Natursch. Landschaftspfl. (Laufen/ Salzach) 11: 9–26.

POTT, R. (1981): Der Einfluss der Niederholzwirtschaft auf die Physiognomie und die floristisch-soziologische Struktur von Kalkbuchenwäldern. – Tuexenia 1: 233–242.

REHFUESS, K. E. (1990): Waldböden. 2. Auflage – Parey, Hamburg.

RÖHRING, E. (1996): Die Ulmen in Europa: Ökologie und epidemische Erkrankung. – Forstarchiv 67: 179–198.

ROTHE, A. & BORCHERT, H. (2003): Der Wald für morgen – Eine Naturalbilanz über 25 Jahre naturnahe Forstwirtschaft im Bayerischen Staatswald. – Ber. Bayer. Landesanst. Wald und Forstwirtschaft 39: 1–79.

SEIBERT, P. (1962): Die Auenvegetation an der Isar nördlich von München und ihre Beeinflussung durch den Menschen. – Landschaftspflege und Vegetationskunde 3: 1–123.

SONNLEITNER, M. A., GUNTHARDT-GOERG, M. S., BUCHER-WALLIN, I. K., ATTINGER, W., REIS, S. & SCHULIN, R. (2001): Influence of soil type on the effects of elevated atmospheric CO_2 and N deposition on the water balance and growth of a young spruce and beech forest. – Water, Air, and Soil Pollution 126: 271–290.

SPANGENBERG, A. & KÖLLING, C. (2004): Nitrogen deposition and nitrate leaching at forest edges exposed to high ammonia emissions in Southern Bavaria. – Water, Air and Soil Pollution 152: 233–255.

TAMM, C. O. (1991): Nitrogen in terrestrial ecosystems – questions of productivity, vegetational changes, and ecosystem stability. – Ecol. Studies 81: 1–115.

THOMAS, S. C., HALPERN, C. B., FALK, D. A., LIGUORI, D. A. & AUSTIN, K. A. (1999): Plant diversity in managed forests: Understory responses to thinning and fertilization. – Ecol. Applications 9: 864–879.

TÜRK, W. (1996): Die Hainbuche in der realen und der potentiellen natürlichen Vegetation Mitteleuropas unter besonderer Berücksichtigung Bayerns. – Ber. Bayer. Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft 12: 17–26.

WALENTOWSKI, H., EWALD, J., FISCHER, A., KÖLLING, C. & TÜRK, W. (2004): Handbuch der natürlichen Waldgesellschaften Bayerns. – Geobotanika, Freising: 441 S.

WISSKIRCHEN, R. & HAEUPLER, H. (1998): Standardliste der Farn- und Blütenpflanzen der Bundesrepublik Deutschland. – Ulmer, Stuttgart.

Dr. Markus Bernhardt-Römermann
Universität Regensburg
Fakultät für Biologie und Vorklinische Medizin
Lehrstuhl für Botanik
93040 Regensburg

Simon Östreicher,
Prof. Dr. Anton Fischer und
Dr. Thomas Kudernatsch
TU München/
Wissenschaftszentrum Weihenstephan
Department für Ökologie/
Fachgebiet Geobotanik
Am Hochanger 13
85354 Freising

Prof. Dr. Jörg Pfadenhauer
TU München/
Wissenschaftszentrum Weihenstephan
Department für Ökologie/
Lehrstuhl für Vegetationsökologie
Am Hochanger 6
85354 Freising

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Tuexenia - Mitteilungen der Floristisch-soziologischen Arbeitsgemeinschaft

Jahr/Year: 2006

Band/Volume: NS_26

Autor(en)/Author(s): Bernhardt-Römermann Markus, Östreicher Simon, Fischer Anton, Kudernatsch Thomas, Pfadenhauer Jörg

Artikel/Article: Das Galio-Carpinetum im Münchener Raum - Ergebnis früherer Bewirtschaftung? 27-36